การประมาณตารางปริมาณจราจรของจุดเริ่มต้น4จุดปลายทางบนทางพิเศษ โดยใช้ข้อมูลจากระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติและด่านเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ

Estimating of Origin-Destination Matrix on Expressway Using the Automatic License Plate Recognition and Electronic Toll Collection Data

จิรวัฒน์ เพลิงศรีทอง[1,*] ศิวัช ปัญญาชัยวัฒนากูล[2] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[3] สโรช บุญศิริพันธ์[4] และจุฑาทิพย์ อาจหาญ[5]

[1,2,3] กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย*
[4, 5] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**Corresponding author; E-mail address: jirawat.exat@gmail.com*

บทคัดย่อ

ฉ ฉ จ
ฉ ซ ซด จ ซ ฉ ฉ
จ ฉ ฑ จ จ ฉ ฑจ & จ
จ ฑ ฒ ฉ จ ฉ
ซ จ ซ & จ & จ
ซ ฒ ซ จ
จฉ ฑ จ
ซ 4 จ ฑ จ
/H vthpj Spjluzl Wshl Yljvnuppvu3HSWY0
ฒ จ ฉ ซ & จ &
ซ & &
จ จ ฑ จ ซ /Lslj ywupj [vss
Jvsslj pvu3L[J0 จฉ &
จ ฉ
ฉ จ ฑฉ จ
ฉ จ จ ซ จ & ซ
จ ฉ จ ฑฉ จ จ
/Zjykluspul Zluzvy0 &จ
ฉ ฑฉ จ HSWY
ซ ซ จ จ
จ ฑ จ ซ &จ ฑฉ จ
จ ซ /L[J0 ฑ ซ จ จ
ฉ จ ซ &จ
จ

ซ ซด A ฉ 4 ฉ จ
3 3 & &

Abstract

Vyppvu4Klzpuhpvu /VK0thypo^vmyhmpj vstl pz ol jy jphs puvnyythpvu nvyul vyr yhmpj wshuupun huk huhszpz5 [yhkppvuhss 3 nh olypun VK khh nh olypun VK khh pu vslk zylpun yhk zlyz3 opjo ohz spjphpvuz pu lytz vm ol spjplk u tilyvmykzwvukluz huk ol puhipsp v pklupn puk pjkhs lopjslz5 [ol hjj yhj vm ol ylz spun vyppvu4 klzpuhpvu thypo^tpvo uv il z mpjpbu 5Ru ol ykjlu lhyz3 ol h vthpj lopjsl pklupppjhpvu /H]PB3 z jo hz vwpjhs johyhjlyykjvnuppvu /VJY0 ljouvsvn huk klkpjhlk zovy4 yhunl jvtt upjhpvu /KZYJ03 ohzhk hujlk zpnuppjhu s 5 H vthpj spjluzl wshl ykjvnuppvu /HSWY0 zzltz jhu hjj yhls ykhk spjluzl wshlz huk thjo ol vyppvu huk klzpuhpvu wvpuz vm lopjslz5Ruhkkppvu3 ol wlul yhpvu yhl nvy ol lslj ywupj vss jvsslj pvu /L[J0 pu [ohpshuk ohz jvu pu v zs nyv u5[ol ylnvyl3 opzz k hpt z v pt wslt lu HSWY zzltz huk kl lsvw hu hsnvypot nvylzpthpun ol vyppvu4klzpuhpvu thypo^vmyhmpj vstl zpunkhh nvyt HSWY zzlt5 [opz hsnvypot jhsj shlz ol wyvwypvu vm vyppvu4 klzpuhpvu wh lyuzhuk puj vywwyhlzp po yhmpj vstl khh vi hpulk nyvt vss zzltz5 [ol wlynvyt hujl vm ol vyppvu4 klzpuhpvu thypo^tpz hzzlzzlk zpunkhh nyvt ol zjykluspul zluzvyz svjhlk vu ol l^wyl zz h 5 [ol npukpunz puk pjhl oh ol tl ovk nvy kl lyt pupun ol vyppvu4klzpuhpvu thypo^vm yhmpj vstl ihzlk vu HSWY pzhjj yhl huk jhuil pspolk pu v olyhwwspjhpvuz5 [ol zl vmL[J khh v luohujl ol VK lzpthpvu ptsklk tpo^hk ylz sz3 pB5 3 oppolyhjj yhj pu zvtl yv lzhuk sv lyhjj yhj pu ol v olyyv lz5

Pk vykzA Vyppvu4Klzpuhpvu Lzgthpvu3 H vthpj Spjluzl Wshl Yljvnuppvu3 L^wyl zz h 3 Lslj ywupj vss jvsslj pvu

1. บทนำ

จ ฉ จ & จ &
ฉ ซด จ จ ซ ฉ จ ฉ &
ฉ ซ ซด ฑ จ จ
ซ ซ ฑ จ จ จ & ฉ
ฐ /Pulsspolu [yhuzwvyhpvu Zzltz3 P Z80
ฑ จ จ จจ จ ฉ
จ จ ฑ ฒ ฑ จ ซ &
จ จ จ ฉ จ ฉ จ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามข้อมูลจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง (Origin-Destination Estimation)

2.2 วิธีการเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในการสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง

2.2.1 ระบบการอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition, ALPR)





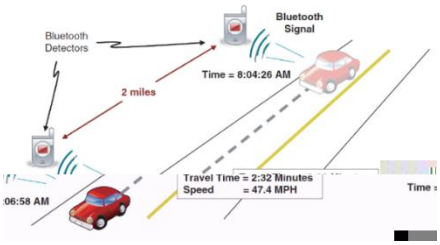
2.2.2 ระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ (Electronic Toll Collection, ETC)





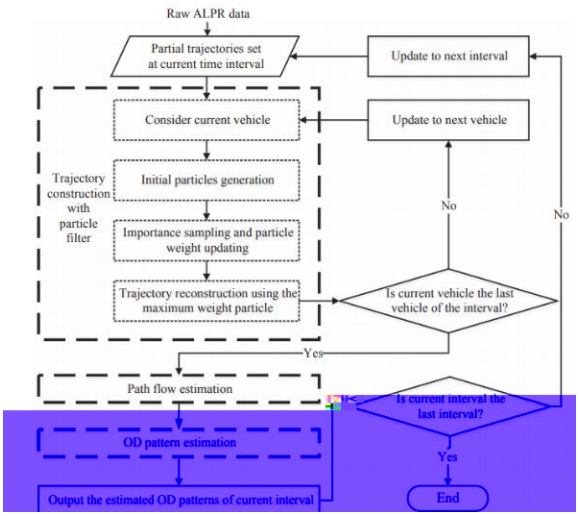
2.2.3 เทคโนโลยีตรวจจับสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth Scanner)





2.3 วิธีการสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง

วิธีที่ 1 *การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายของการเดินทางโดยใช้ข้อมูลจากระบบการอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ*



ฉ จ ฉ จ
จ จ bd & &

ฉ 8[yhdj j vy yl j vuz y j pvu po h why pjsl mpsl y
จ ซ จ ซ จ
ฒ จ ซ จ จ ฑซ ซ ซ
ซ จจ ซ
ฉ 9 Vh o Msv Lz pt h pvu
จ ซ
ฑ ฑ ฑ ฑ
ฉ : VK Vh l yu Lz pt h pvu
จ จ
จ ฐ
ฑ

วิธีที่ 2 *การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายของการเดินทางจากระบบอุปกรณ์ระบุข้อมูลประจำตัวยานพาหนะ*

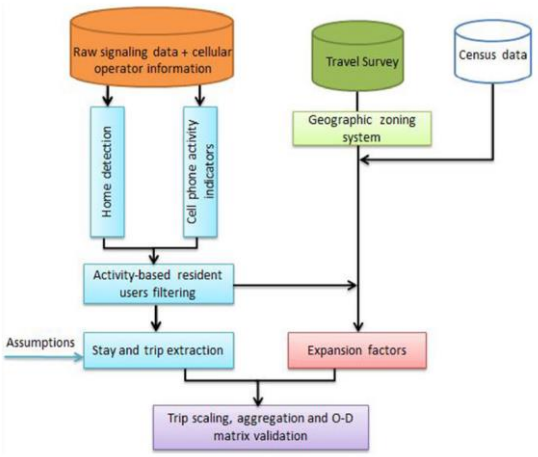
ฉ จ VI ซ
จ ฉ จ ฉ ฐ
จ &
ฒ จ จ ฑจ จ ซ &
/L[J0 ฑ จ &
ฉ จ ฒ Kpovu huk Ypsl bd ฉ จ
ฉ จ : ฉ &

ฉ 8 Rl u pmpjh pvu vm ol H vt h pj] l opjsl
Rl u pmpjh pvu] l opjsl Vypmpu4Kl z puh pvu Th yoำ
จ ฉ จ Hs] P จ
/Vypmpu0 /Kl z puh pvu0 จ Vu4
Yht w Vm4Yht w จ ซ & &
จ H] P & ฉ จ
&
ฉ 9 Rl u pmpun ol Wv w sh pvu Vypmpu4Kl z puh pvu
Th yoำ

จ จ & ฉ
จ ฉ 8 ซ จ
Vu4Yht w ฉ
Vm4Yht w ฉ ซ
Zht wspun Yh l จ จ H] P
จ ฑ &
ฉ : Rl u pmpun ol Yht w4 v4Yht w Vypmpu4Kl z puh pvu
Th yoำ
จ จ ฉ จ &
จฉ 9 ซ &
ซ จ ซ Zht wspun Yh l ฉ Vu4Yht w
ฉ ซ ซ ซ &
Zht wspun Yh l ฉ Vm4Yht w
ฉ ซ ซ ซ ฉ &
ฉ จ ซ &
Yht w4 v4Yht w Vypmpu4Kl z puh pvu Th yoำ จ ซ จ
8 ฑ &

วิธีที่ 3 *การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายของการเดินทางจากระบบอุปกรณ์ระบุข้อมูลเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์*

& ฉ ซ ฉ ดด จ จ ฉ
จ จ& ซ& ซ ฑ จ &จ จ ซ ฑ
ซ & จ ฉ &ฉ จ
จ zl yRK3จ ฑ จ จ ฑ ฑ จ
& จ ฑ & 3 จ
ดด Mlrpol hs5bd จ จ ฉ ฑ
ฉ จ จจ 9 ซ Yo ul4Hswl z
& ฒ จ จ ฉ จ
จ & ฉ จ ฉ
ฉ ฉ &
ฉ 8 ฉ ฑ ดด &
ฉ 9 ซ ฉ จ จ จ ฑ ฉ ฑ &
ซ ซ ฉ ฉ &
& ฉ : จ ซ จ จ จ ฉ ฑ ฑซ
ฑ จ จ& ซ Lu yvw & ฉ จ จ & จ ฉ &
& &
& ฉ จ ซ จ ฉ ฉ &
& จ ฉ & ฒ ฉ
จ จ ฉ จ &



ฉ จ ฉ
จ ฑฉ จ ช ฉ ด ด b d

2.4 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จ จ ฉ จ
ฉ จ & จ
8 จ ช
จ 9 & &

8 จ ฉ จ จ
ฉ จ

งานวิจัย	ประเทศ	พื้นที่ศึกษา	เทคโนโลยีเก็บข้อมูล	ผลลัพธ์
b d	Jopwh	yihu Ul vyr	HSWY	Kl l jpvu Yh l ช จ =7, ฉ
b87d	Ryhu	yihu Ul vyr	HSWY3 H]P3 Svvw Kl l jvyz3 NWZ	THWL D: 5,
b d	ZH	Mykl h	H]P	THWL D: =5,
b88d	Jopwh	yihu Ul vyr	H]P3 Tvipsl Wovul	THWL D 9: 5,
b89d	R	yihu Ul vyr	Tvipsl Wovul 3 Yvhkzpkl Rulypb z	ฉ YZP ฑฉ จ tvipsl wovul จ จ ฑ ฑ จ ฉ ฉ ด
b d	Myhujl	yihu Ul vyr	Tvipsl Wovul	Y จ 75 จ ฉ จ ฑ

9 จ ฉ จ จ ช
&

งานวิจัย	รูปแบบป้ายทะเบียน	วิธีที่ใช้	Precision (%)	Recall (%)	F-Measure (%)
b8: d	[ohpshuk	Lkp kpzhujl 3 NLK	5	85	5B
b8 d	H z yhspb	Kl l w sl hyupuin	5=	59	=5
b8 d	ZH	NLK	=5	4	4
b8=d	ZH	Lkp Kpzhujl	7	4	4
b8 d	I hunshkl zo	Z] T	=5	5B,	=5=
b8 d	ZH	NLK	=	4	4
b8 d	Zh kp Hyhipj &	Oht t puin Kpzhujl	=59	4	4
b97d	Rvyl h	Kl l w sl hyupuin	5	5B	5-9

จ จ 8 ช จ ฉ
& 9: 54 =5& &
Kl l jpvu Yh l ช ช จ =7,
& & ฉ จ จ &
ฉ /HSWY0จ & จ ช &
จ ฑ & จ จ & ฑ จ
จ & & &
จ จ จ จ จ จ ฑฉ L[J
ช จ ฉ VK ช ฉ จ จ จ
9 จ ฑ จ ช ฑ
Nl ul yhspl k Lkp Kpzhujl /NLK0 จ จ จ
Lkp Kpzhujl ช จ จ ฑฉ
จ จ ฉ จ Kl l w sl hyupuin

2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง (Performance Measurement)

จ ฑ ฑ ฑ ช จ ฉ
ฉ จ 9 ฑ & Tl hu Hi zvs l Lyyvy /THL0 Tl hu Hi zvs l Wyjl u hnl Lyyvy &
/THWL0b98d จ /80 /90 &

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|f_i - \hat{f}_i\right| \quad /80$$

$$MAPE = 100\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\left|f_i - \hat{f}_i\right|}{f_i} \quad /90$$

f_i ช $\hat{f}_i$ ช จ &
ฉ จ &

3. การเก็บข้อมูล

3.1 พื้นที่ศึกษา

จ จ ฐ ฑ =
9 59 จ & & &
9: 37: 3= 9 ช 6 &

จ Zjykl uspul Zl uzvy ฒ ฑ
ช จ ฉ ฉ จ



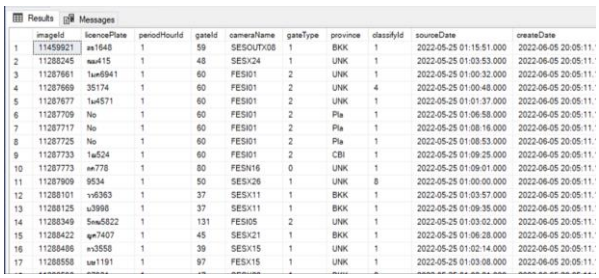
= จ

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

จ จ ฉ 8 จ 9 = : 8
จ 9 = 8 จ จ ฉ & ฑ
: จ จ ฉ จ ฉ &
จ จ ช ฉ & จ
จ จ ฉ
จ ฑ

3.2.1 ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (ALPR)

ฉ จจ :
ฒ จ ฉ /Vu4Yht w08=
/VmdYht w08 ฉ ฉ ช
ฉ



imageId | licencePlate | periodHourId | gateId | cameraName | gateType | province | classifyId | sourceDate | createDate

1	11459921	as1648	1	59	SESOUTX08	1	BKK	1	2022-05-25 01:15:51.000	2022-06-05 20:05:11.1
2	11288245	aw415	1	48	SESX24	1	UNK	1	2022-05-25 01:03:53.000	2022-06-05 20:05:11.1
3	11287661	1aw6941	1	60	FESI01	2	UNK	1	2022-05-25 01:00:32.000	2022-06-05 20:05:11.1
4	11287669	35174	1	60	FESI01	2	UNK	4	2022-05-25 01:00:48.000	2022-06-05 20:05:11.1
5	11287677	1w4571	1	60	FESI01	2	UNK	1	2022-05-25 01:01:37.000	2022-06-05 20:05:11.1
6	11287709	No	1	60	FESI01	2	Pla	1	2022-05-25 01:06:58.000	2022-06-05 20:05:11.1
7	11287717	No	1	60	FESI01	2	Pla	1	2022-05-25 01:08:16.000	2022-06-05 20:05:11.1
8	11287725	No	1	60	FESI01	2	Pla	1	2022-05-25 01:08:53.000	2022-06-05 20:05:11.1
9	11287733	1w524	1	60	FESI01	2	CBI	1	2022-05-25 01:09:25.000	2022-06-05 20:05:11.1
10	11287773	nn778	1	80	FESN16	0	UNK	1	2022-05-25 01:09:01.000	2022-06-05 20:05:11.1
11	11287909	9534	1	50	SESX26	1	UNK	8	2022-05-25 01:00:00.000	2022-06-05 20:05:11.1
12	11288101	vn6363	1	37	SESX11	1	BKK	1	2022-05-25 01:03:57.000	2022-06-05 20:05:11.1
13	11288125	w3998	1	37	SESX11	1	BKK	1	2022-05-25 01:09:35.000	2022-06-05 20:05:11.1
14	11288349	5aw5822	1	131	FESI05	2	UNK	1	2022-05-25 01:03:02.000	2022-06-05 20:05:11.1
15	11288422	qw7407	1	45	SESX21	1	BKK	1	2022-05-25 01:06:28.000	2022-06-05 20:05:11.1
16	11288486	nn3558	1	39	SESX15	1	UNK	1	2022-05-25 01:02:14.000	2022-06-05 20:05:11.1
17	11288558	uw1191	1	97	FESX15	1	UNK	1	2022-05-25 01:03:08.000	2022-06-05 20:05:11.1

ฉ จ HSWW

3.2.2 ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบเงินสด (MTC) และระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ (ETC)

ฉ จ จ ช ฉ ฐ ฑ
8 ฑ ช
ฉ ฉ ช ฉ

trn_uuid | trn_datetime | trn_hq_num | trn_plaza_num | trn_lane_num | trn_lane_type | trn_vclass | inc_net_price | pay_type | smartcard_ID

3-312-4-20220818234701	2022-08-18 23:47:01	3	312	4	O	1	40	ETC	3085860601311319040
3-314-4-20220818234704	2022-08-18 23:47:04	3	314	4	O	1	40	ETC	3085860601007596080
3-319-4-20220818234705	2022-08-18 23:47:05	3	319	4	O	1	40	ETC	3085860300736374272
3-315-3-20220818234706	2022-08-18 23:47:06	3	315	3	O	1	0	ETC	3085860601089639168
3-317-6-20220818234713	2022-08-18 23:47:13	3	317	6	O	1	30	ETC	3085860601540214784
3-315-3-20220818234714	2022-08-18 23:47:14	3	315	3	O	1	30	ETC	3085860601601602048
3-317-4-20220818234715	2022-08-18 23:47:15	3	317	4	O	1	30	CASH	Null
3-326-1-20220818234716	2022-08-18 23:47:16	3	326	1	O	1	20	CASH	Null
3-319-4-20220818234717	2022-08-18 23:47:17	3	319	4	O	1	40	ETC	6366854200000538624
3-317-3-20220818234717	2022-08-18 23:47:17	3	317	3	O	-1	-30	ETC	3085860601947712000

ฉ ช จ T[J L[J &

3.2.3 อุปกรณ์ตรวจนับปริมาณจราจร (Screenline Sensor)

ฉ จ จ ฉ
ฐ ฑ ฑ 9
ช 9 ฉ ฉ
ฉ

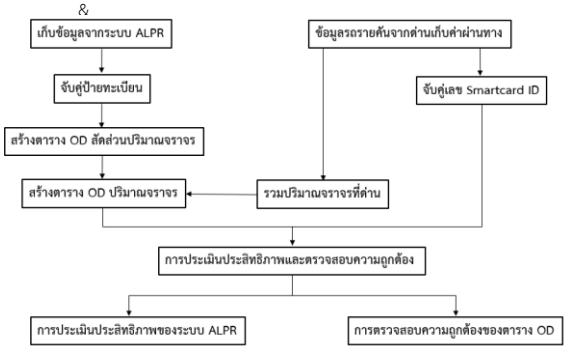
date | sensor_v2.avg_speed | sensor_v2.count_class2 | sensor_v2.count_class3 | sensor_v2.count_class4 | sensor_v2.lane

8/26/2022 9:00:11.053000000 AM	90.23764038	20	0	0	3
8/26/2022 9:01:11.038000000 AM	90.62219238	5	0	0	2
8/26/2022 9:01:11.074000000 AM	87.64147949	12	0	0	3
8/26/2022 9:02:11.032000000 AM	78.86995697	9	1	0	2
8/26/2022 9:02:11.066000000 AM	73.50957489	15	0	1	3
8/26/2022 9:03:11.041000000 AM	85.43550873	9	0	0	2
8/26/2022 9:03:11.059000000 AM	84.02461243	20	1	0	3
8/26/2022 9:04:10.995000000 AM	74.82559204	11	1	0	2
8/26/2022 9:04:11.018000000 AM	84.16711426	23	0	0	3

ฉ จ จ Zjykl uspul Zl uzvy

4. การประมวลผลข้อมูล

จ จ &
ฉ จ ฉ 87
ฉ &
&



87 ฉ จ

4.1 การเก็บข้อมูล

จ จ ฉ จ &
/HSWW0 ฉ ช จ จ ช &
/T[J0 จ ช /L[J0 & & ฐ ฑ

4.2 การจับคู่ป้ายทะเบียน

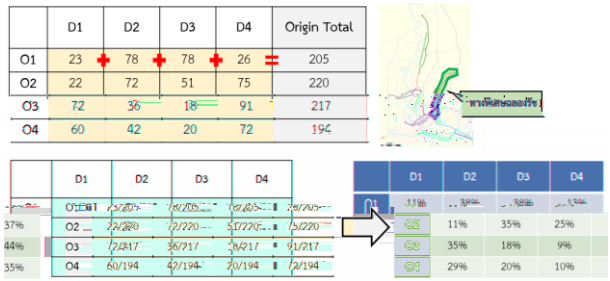
จ ช ฑ Nl ul yhspl k Lkp &
Kpzhujl /NLK0ฒ จ ช จ จชช Kpzhujl ฉ
ช จ ช จช ช & ฉ
ช จ & ฉ จ ช &l99d

4.3 การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางของสัดส่วนปริมาณจราจร

จ จ ฉ
ช & &

88

	D1	D2	D3	D4	Origin Total
O1	23	78	78	26	205
O2	22	72	51	75	220
O3	72	36	18	91	217
O4	60	42	20	72	194



88 ฉ จ ฉ จ ฉ

4.4 การรวมปริมาณจราจรที่ด่านเก็บค่าผ่านทาง

ฉ จ จ ช จ ฉ &ช

ฉ

ฐ ฑ 89

date	trn_plaza_num	volume
2022-08-19	311	11166
2022-08-19	312	15202
2022-08-19	313	10400
2022-08-19	314	11985
2022-08-19	315	13429
2022-08-19	317	28694
2022-08-19	318	10477
2022-08-19	319	11797

89 ฉ จ จ ช

4.5 การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางของปริมาณจราจร

จ ฉ จ

ฑฉ จ ช จฉ 5 ช

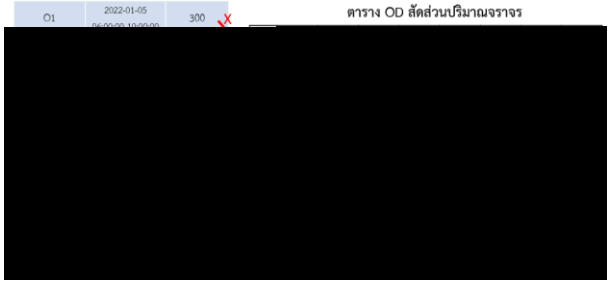
ฉ จ จฉ 5 8:

ฉ

ตารางปริมาณจราจรที่ด่าน

plaza_name	period	volume
O1	2022-01-05	300

ตาราง OD สัดส่วนปริมาณจราจร



8: ฉ จ ฉ จ ฉ &

5. การประเมินประสิทธิภาพและตรวจสอบความถูกต้อง

จ ช จ & & &

9 จ จ ฉ HSW & & & &

ช จ ฉ ฉ จ

&

- *การประเมินประสิทธิภาพของระบบ ALPR*

จ ฉ HSW 9 &ฑ &

จ Kl l j pvu Yh l Hj j yhj จ จ &

ฉ จจ JJ[ ] Kl l j pvu Yh l ฐ

5, Hj j yhj ฐ 5 & ฉ &

จ & l99d &

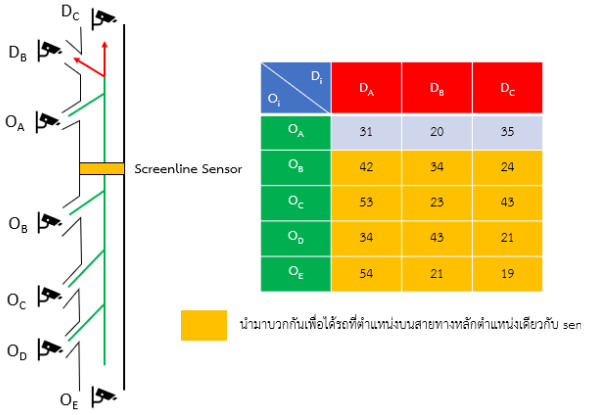
- *การตรวจสอบความถูกต้องของการตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง*

จ ช จ ฉ

ฉ จ ฑ

จ & จ Zjyl uspul Zl uzvy

8 &



O_i \ D_i	D_A	D_B	D_C
O_A	31	20	35
O_B	42	34	24
O_C	53	23	43
O_D	34	43	21
O_E	54	21	19

นำมาบวกกันเพื่อได้รถที่ตำแหน่งบนสายทางหลักตำแหน่งเดียวกับ sen

8 จ จ

Zjyl uspul Zl uzvy

6. ผลลัพธ์การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง

จ ฉ จ

& ฒ จ ฉ 8

ฑ = ฑ จ ฑ ฑ /7=A7487A70

ฑ จ /87A748 A70ฑ /8 A748 A70

ฑ จ /8 A7477A70ฑ จ ช /77A74

7=A70 /77A749: A 0ฒ &

ฉ จ ฉ จ 8 &

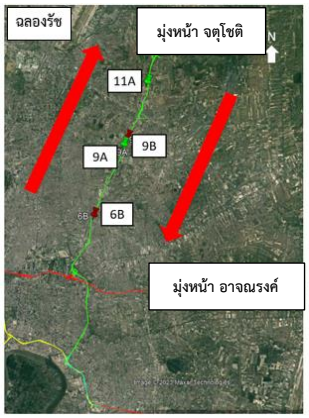
	01 พระรามุ9-1 (ศรีนครินทร์)	02 พระรามุ9-1 (ต้นแดง)	03 อาจณรงค์ 1	04 สุขุมวิท 50 (ทางออก 1)	05 พัฒนาการ (ทางออก 4)	06 พัฒนาการ (คลองตัน)	07 พระราม 9 (ทางออก 8)	08 พระราม 9 (ทางออก 6)	09 ลาดพร้
01 อาจณรงค์ 2	3990	2776	0	4676	34073	3521	278	7795	
02 พระโขนง	2185	376	2720	-1	1370	-1	3	416	
03 พัฒนาการ 1	30	9	3526	1543	212	0	0	33	
04 พัฒนาการ 2	519	636	1280	-1	4	-1	26	131	
05 พระรามุ9-1 (รามอินทร	0	0	103	-1	4	-1	76	0	
06 พระรามุ9-1 (บางนา)	0	0	51150	25629	599	19589	73	544	
07 พระรามุ 9-2	12	49	75	-1	0	-1	27	0	
08 ประชาอุทิศ	874	678	4775	1208	13	630	244	26	
09 ลาดพร้าว	103	55	315	-1	28	-1	18	0	
10 โยธินพัฒนา	883	849	5551	1410	20	1397	879	7	
11 รามอินทรา	387	745	3602	1064	0	976	745	0	
12 รามอินทรา 1	11	25	68	-1	0	-1	14	0	
13 สุขาภิบาล 5-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
14 สุขาภิบาล 5-2	1	2	3	-1	0	-1	0	0	
15 จตุโชติ	260	1311	6368	2448	52	2165	2139	0	

	10 ลาดพร้าว-บางกะปิ (ทางออก 12)	11 เกษตร-นวมินทร์ (ทางออก 14)	12 รามอินทรา-หลักสี่ (ทางออก 17)	13 รามอินทรา มีนบุรี (ทางออก 19A)	14 รามอินทรา หลักสี่ (ทางออก 19B)	15 สุขาภิบาล 5 (ทางออก 22)	16 สุขาภิบาล 5 (ทางออก 23)	17 จตุโชติ (ทางออก26)	18 กาญ ภิเษ
01 อาจณรงค์ 2	344	28256	19485	0	8	15032	15	7965	
02 พระโขนง	-1	1669	1627	-1	-1	1013	-1	808	
03 พัฒนาการ 1	3	13	7	0	0	10	0	10	
04 พัฒนาการ 2	-1	1454	1257	-1	-1	991	-1	441	
05 พระรามุ9-1 (รามอินทร	-1	6279	5324	-1	-1	3074	-1	1931	
06 พระรามุ9-1 (บางนา)	36	2884	2376	0	0	1306	36	979	
07 พระรามุ 9-2	-1	2435	3234	-1	-1	2012	-1	1574	
08 ประชาอุทิศ	0	103	64	0	0	26	0	26	
09 ลาดพร้าว	-1	964	1946	-1	-1	2313	-1	2139	
10 โยธินพัฒนา	1069	439	138	0	0	26	0	26	
11 รามอินทรา	651	38	463	0	0	56	0	19	
12 รามอินทรา 1	-1	14	0	-1	-1	4740	-1	3713	
13 สุขาภิบาล 5-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
14 สุขาภิบาล 5-2	-1	0	0	-1	-1	3	-1	549	
15 จตุโชติ	6430	39	103	296	2139	103	2062	541	

8 ฉ จ จ
HSWY &

7. ผลการตรวจสอบความถูกต้องของตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง

จ ช จ ฉ
ฉ จ ท
จ จ Zjyklusqul Zluzvy 8=
ฉ จ จฉ HSWY& :

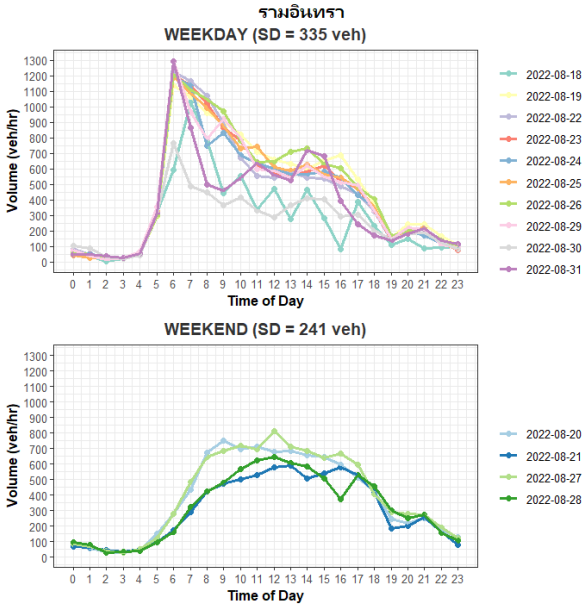


8= zjyklusqul zluzvy ท จ ช
จ ฉ ฉ จ

: จ ช จ ฉ
ฉ จ จฉ HSWY

ตำแหน่งอุปกรณ์	วันของสัปดาห์	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คัน)	MAPE (%)	MAE (คัน)
=I	llrkh	39=9	8=5,	3 7=
	llrluk	83	885,	3 : 8
H	llrkh	: 3	: 95,	8: 3=
	llrluk	: 3 7	: 5=,	8939
I	llrkh	: 83 8	8 59,	3 78
	llrluk	9 3	8857,	93 7
88H	llrkh	: 3=	8 5,	3
	llrluk	: 3 : 7	995=,	3-99
รวม		37,938	20.8%	7,780

จ : ช THWL ฐ 975 ท
/ llrluk0 ช THWL ฐ 8 5 ฒ &
จ ช จ ฉ จ Zjyklusqul Zluzvy จจ ท
/ llrkh 0 ช THWL ฐ 985 ฒ ท จ &
จ ฉ จ &
จ จ ช จ ฉ จ Zluzvy ฉ ท
ฉ จ ฉ จ &
จจ ฉ จ Zluzvy& ฉ
ช THWL จ ช จ ฉ Zluzvy
จ จ จ จ ฉ ฉ &
จ ช ฐ ท ท
8 &



8 จ จ ฉ จ ช & ท
/ llrkh 0 / llrluk0 &

จ 8 ท ช&
จ ท

8. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้อมูล ETC มาใช้เพิ่มความถูกต้องของตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง

8.1 การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางเป็นประจำ (Commuting Trip) จากข้อมูล ETC

ฉ L[J จ ท ฉ &
ฉ จ จฉ HSWY&
จ ฉ จ จฉ &
L[J ฉ 8 ฒ จฉ ช
ฉ ท L[J จ &
ท จ /Jvtt pun[yxw0 &

8 ฉ จ ฉ จ ฉ &
Jvt t pun[ypv/ ฑ 4จ 0 จฉ L[J

8.2 การสร้างตารางจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางของปริมาณจราจรโดยใช้ข้อมูล ETC มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

จ ฉ L[J จ ฑ จ
ฉ จ จ HSWY
ฉ 8 ฉ ฉ 8 จ
จ ฉ จ
จ HSWY /VK HSWY 0 ซ จ & จ
ฉ จ จ &L[J
/VK L[JfJVT 0
ฉ 9 จ ซ ฉ Jvt t pun[ypv จ
ฉ L[J จ ซ จ จ
จ L[J /VK L[JfJVT 0 จ &
จ ซ จ L[J &
ฉ : จ ซ ฉ ฑฉ จ
ฉ จ จ & L[J
/VK L[JfJVT 0 Jvt t pun[ypv จฉ &9 &
ฉ จ
ฉ L[J /VK L[J 0 &
ฉ จ ซ Wul yh pvu Yh l ฉ ฉ L[J
จ จฉ : ฉ
T[J L[J จ จ ซ & &
ฉ จ ซ ฉ ฑฉ จ
ฉ จ จ &L[J
/VK L[J 0 ฉ : Wul yh pvu Yh l จฉ &
ฉ จ ฉ L[J T[J จ &
ซ จ จ
ฉ จ จ HSWY

8 ฉ จ จ ฑฉ L[J จ &
ฉ จ จฉ HSWY
ฉ จ จฉ &
HSWY ฑฉ & L[J Jvt t pun[ypv ฑ
จ & ฐ ฑ ฑ
/7=A7487A70 ฉ / llrkh 0 จ
ฉ จ ฉ & ซ ฑ ฑ ฑ จ
จ ฑ &
&
จ ซ จ ฉ
ฉ จ จฉ HSWY L[J4 uohujl k HSWY ฉ ฑ &
&

ตำแหน่งอุปกรณ์	ปริมาณจราจรช่วงเช้า (คัน)	ALPR		ETC-enhanced ALPR	
		MAPE (%)	MAE (คัน)	MAPE (%)	MAE (คัน)
=I	993 88	9 5,	3:	75,	883 7
H	8 3 7	9 5,	3= =	985=,	: 3 7
I	8 39	9 5,	: 3 7	=95,	59
88H	8 3 =:	: 5=,	3=8	8 5,	93= =
รวม	18,552	30.8%	5,658	37.6%	6,774

&
จ จ ฉ L[J Jvt t pun[ypv จ ฑ
จ ฉ จ จ HSWY
ฑ ซ จ & ฉ ฉ จ ฑ
จซ THWL ฐ : =5 8 5 ซ &
จ ฉ & ฉ ฉ ซ จซ THWL
ฐ & 9 5 =5 & &

9. การอภิปรายผลการศึกษา

จ จ ซ จ ฉ
ฉ จ จฉ HSWY ฉ ฉ
จ จ ซ ซ จ
ฐ ซ ซ ซ จ : = ฐ ฑ
/ llrluk 0 ซ ซ จ จจ ฑ &
/ llrkh 0 จ ฑ ซ
ฉ ฉ จ จ ฉ L[J จ ฑจ
จ จ HSWY ฑ ซ จ &
จ ซ จ จ / ฑ 0

ซ จ จ ซ ฉ
/ ซ0ฒ จ จฉ จ : จ ซ

- จ Jvtt pwn[ypv ฑ ฉ
ฉ ฑ
จ ฉ ฑ ซ 4
ฉ 4 จ
จ ฑ ซ จ ฉ ฑ ซ
จ
- จ ซ L[J ฉ ซ 6
จ L[J Jvtt pwn[ypv
จ ฉ Jvtt pwn
[ypv ฉ ฉ ฉ จ / จ จ 0
ซ จ จซฒ ซ
จ ซ จ จ จ
L[J Jvtt pwn[ypv จ ซ
- จ ซ ฉ ซ 6
จ L[J จ
/L[J WVul yhpvu Yhl3WW0ฉ
L[J ฉ ฉ ฉ จ / จ จ 0
ซ จ จซฒ ซ ซ 6
L[J จ ซ &

10. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ฉ จ
ฉ จ จ ฑฉ จ จ
/H vthpj Spjluzl Wshl Y&jvnuppvu3HSWW0จ
ฉ จ จ ซ ฑฉ จ จ& ซ
/Lslj yvupj[vssJvssljpvu3L[J0 จ ฑ จ
จ &ฉ จ
จ ซ จ ฉ
ฉ จ จฉ &HSWW
7ฒ จ& ฑ จ &
ฑ จ ฉ ซ จ จ
ซ ซ จ ฑฉ L[J ซ& &
Jvtt pwn[ypv ฑ
ฉ จ จฉ HSWW ซ จ
จ ซ จ จ จ &จ
จ ซ จ ฐ ฉ ฑ
ฉ ฐ ฑ ซ จ ซ
จ ฉ ซ ฉ จ ซ จ
ฉ ฉ& จ
จ
ฉ จ &

11. กิตติกรรมประกาศ

ฉ ฉ ซ ซ จ ซ
จ จ จ จ & จ &
ฉ ซ ฑ จ จ &

เอกสารอ้างอิง

b8d Wyhwohuhu& yhr3 R53 Zhunopr s3 53 Jov pjopbu3]53 - hhuhjoh yhwyu3 W5/978 05H myht l vyr nxy vypwu4 klzpwh pvu lzpt h pvu& zpwn spjluzl wsh l yljvnuppvu nxy [ohpy yhs yhmpj5*2017 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*38 5 &

b9d R vu3 Q53 -]hyhph3 W5/977 05Ylhs4pt l lzpt h pvu vm vypwu klzpwh pvu& t h ypjlz po whyphs yhqj vypbzmyvt ls ljyvupj vss jvssljpvu hn kh h5 *Transportation Research Record31923/*803 88 89=5

bd Uhrhupzop3 5Q53 - lzlyu3Q5/977 05Luz ypwn ol zl j yp vm yhuzwwyh pvu mhjpspbzA l hs h pvu vm hk hujlk lopjsl pkl upphpvu lj& ouvsvnpbz5 *Transportation Research Record31938/*803 8=5

bd Lrv pjhrzvuv3 P53 I rohyx3 M53 - Ht hu3 H5 /978=05 Lzpt h pwn vypwu4klzpwh pvu t h yp1vmi vnvy jp zpwn myh p t vkls5 *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science331/*803897985

bd Yvi l yz3K5Q53 - Jhzhuv h3T 5/978905*Automated License Plate Recognition (ALPR) Use by Law Enforcement: Policy and Operational Guide, Summary*5

b=d Ohnohup3H53 Oht l kp3 T 53 Zhkhi hkp3 R5 M53 v un3 Z53 - [hyuvm3W5/978705Kh h jvs&slj pvu vmmxtl h yh l s pt l nyv uk y o& po i s l vv o zl uzvyz5 *Transportation Research Record32160/*803=7 = 5

bd Yh&3 53 3 5Q53_ph3Q53V 3Q53 - Rs nl y3Y5/978 05Vypwu4 klzpwh pvu wh &yu lzpt h pvu ihzlk vu yhqj vy yljv&uz y j pvu zpwn h vt h pj spjluzl wsh l yljvnuppvu kh h5 *Transportation Research Part C: Emerging Technologies39539* =5

bd Kpvu3 f5 W53 - Ypsl 3 S5 Y5 /977 05 Wlw sh pvu vypwu klzpwh pvu lzpt h pvu zpwn h vt h pj lopjsl pkl upphpvu huk vs t l kh h5 *Journal of Transportation Engineering*3&*131/*903 95

bd Mlrpo3T 53 I l ssl t huz3[53Zt vyl kh h3a 53I vuul s3W53 M yuv3 H53 - Nhsshuk3 Z5 /979805 H kh h4 kyplu hwwyvhjo nxy vypwu k&zpwh pvu t h yp1 jvuz y j pvu nyvt jl ss shy ul vyr zpwuhsspwn kh hAh jhzl z k vmS vu yl npvu /Mvhujl05*Transportation348/* 038= 8 8 795

b87d & Hrhuk phkl o ahynhy3Z53 Tl t hyul qhk3H53 - Tpy hovzzl pw3 O5 /979805 Ov &ys Vypwu& Klzpwh pvu Th yp1 Lzpt h pvu zpwn Rul sspl u [yhuzwyh pvu Z zl t z Kh h huk Kl l w Sl hyupwn5*Sensors321/*9803 7 75

b88d O hun3[53Th3 53Xpw3a 5[53a ol un3Q53Sp 3O5_ 53a o 3O53 - l 3Q&/978 05Vypwu4klzpwh pvu nsv wykpj pvu po lopjsl yhqj &y kh h huk zl t p4z wl y pzl k yl j yxl u ul yhsul vyr5*2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*38 7 8 5

b89d [vsv lp3 Y53 Wzhyyhz3 Z53 - Wypujl 3 Y5 /978 05 Vypwu4

klz puh pvu ypv t h yp̊ı kl lsvwt lu A Jvu lu pvuhs t l ovkz lyz z t vi psl wovul kh h5 *Transportation Research Procedia*3263: 95

b8: d h johyhwpujohp3 U53 - Y qpp n t qvyu3 Z5 /978 05 Hwwyv̊ pt h l spjl uzl wsh l z ypun t h jopun mvy lopjsl yl 4 pklu pmjh pvu5 *2017 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*38 =5

b8 d Sp3O53- Zolu3J5/978=05Ylhkpun jhyspjl uzl wsh l z zpun kll w jvu vs pvuhs ul yhs ul vyrz huk SZ[Tz5 *ArXiv Preprint ArXiv:1601.056105*

b8 d Vsplpyh4Ul v3M5T53Ohu3S5K53- Qlvun3T5R5/978905 Vuspul spjl uzl wsh l t h jopun wyvjlk ylz zpun spjl uzl 4 wsh l ylj vnuppvu t hjopul z huk ul lpmolk lkp kpzhujl5 *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*321/803: 7= : 975

b8=d Vsplpyh4Ul v3M5T53Ohu3S5K53- Qlvun3T5R5/977 05 [yhjrpun shynl y jrz pu ylhs pt l po spjl uzl wsh l ylj vnuppvu huk l̊ı4t pupun ljoupx lz5 *Transportation Research Record*32121/803898 89 5

b8 d Pzsht 3Y53Pzsht 3T5Y53- [hs rkly3R5O5/979705Hulmpjpl u t l ovk mvy l̊ıyhj pvu huk ylj vnuppvu vm i hunsh johyhj lyz mvt lopjsl spjl uzl wsh l z5 *Multimedia Tools and Applications*379/9 039787 978: 95

b8 d Vsplpyh4Ul v3M5T53Ohu3S5K53- Qlvun3T5R5/978: 05Hu vuspul zl sm4sl hyupun hsnvypot mvy spjl uzl wsh l t h jopun5 *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*3 14/ 038 7= 8 8=5

b8 d Jopv 3 54U53Shu3S5 53[zlun3J54T53- Mhu3J54U5/978805 Vwpt hs svjh pvuz vm spjl uzl wsh l ylj vnuppvu v luohujl ol vypmpu4klz puh pvu t h yp̊ı lz pt h pvu5 *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol. 8 (The 9th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2011)*39 5

b97d vv3Z5I53- Ohu3T5/979705[l t wvyhs t h jopun wypvy ul vyr mvy lopjsl spjl uzl wsh l kl l j pvu huk ylj vnuppvu pu pklvz5 *ETRI Journal*342/: 03 88 8 5

b98d hzopun vu3 Z53 Rhyshmpz3 T5 N53 Thuul ypun3 M53 - Huhz hzvvw svz3 W5/979705 *Statistical and econometric methods for transportation data analysis*5J YJ wylzz5

b99d 3 ฑ ดด ฑ จ 3 ดด จ 3 ฑ ด 3 ด /9 = 05จ 4 & ฉ จ 5การ & & *ประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27*327/803[YS9 485